



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-342079
(P 2 0 0 1 - 3 4 2 0 7 9 A)
(43) 公開日 平成13年12月11日 (2001.12.11)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト (参考)
C04B 37/00		C04B 37/00	B 3K034
H01L 21/203		H01L 21/203	S 3K092
21/68		21/68	R 4G026
			N 5F031
H05B 3/20	328	H05B 3/20	328 5F103
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全16頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-160926 (P 2000-160926)

(22) 出願日 平成12年 5 月30日 (2000. 5. 30)

(71) 出願人 000000158
イビデン株式会社
岐阜県大垣市神田町 2 丁目 1 番地
(72) 発明者 平松 靖二
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデ
ン株式会社内
(72) 発明者 伊藤 康隆
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデ
ン株式会社内
(74) 代理人 100086586
弁理士 安富 康男 (外 2 名)

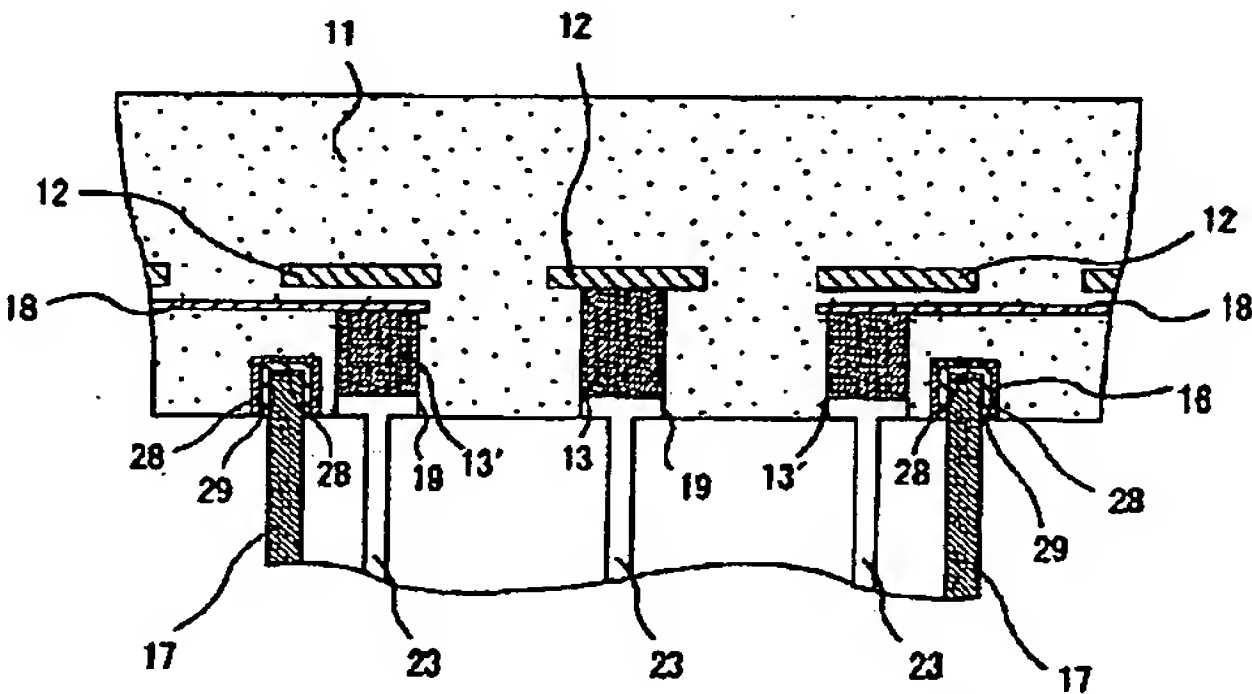
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミック接合体

(57) 【要約】

【課題】 接合強度が大きく、加熱面の温度の均一性に優れるセラミック接合体を提供する。

【解決手段】 板状セラミック体と筒状セラミック体とが、金属層を介して一体化してなることを特徴とするセラミック接合体。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 板状セラミック体と筒状セラミック体とが、金属層を介して一体化してなることを特徴とするセラミック接合体。

【請求項 2】 前記金属層は、蒸着層とろう材層とからなる請求項 1 に記載のセラミック接合体。

【請求項 3】 前記板状セラミック体には凹部が形成され、前記凹部に筒状セラミック体が嵌合されてなる請求項 1 または 2 に記載のセラミック接合体。

【請求項 4】 前記ろう材層を構成するろう材は、アルミニウム合金ろう、金ろう、銀ろう、リン銅ろう、黄銅ろう、ニッケルろう、および、パラジウムろうから選ばれる少なくとも 1 種である請求項 1 ～ 3 のいずれかに 1 に記載のセラミック接合体。

【請求項 5】 前記蒸着層を構成する金属は、アルミニウム、貴金属、銅、および、ニッケルから選ばれる少なくとも 1 種である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のセラミック接合体。

【請求項 6】 前記板状セラミック体の厚さは、2.5 mm 以下であり、板状セラミック体と接触する筒状セラミック体の幅は、1 mm 以上である請求項 1 ～ 5 のいずれかに 1 に記載のセラミック接合体。

【請求項 7】 前記筒状セラミック体と前記板状セラミック体との接触面積 B と、筒状セラミック体で包囲される面積 A との関係は、 $B/A = 0.1 \sim 0.8$ である請求項 1 ～ 6 のいずれかに 1 に記載のセラミック接合体。

【請求項 8】 前記板状セラミック体の筒状セラミック体と接触する部分の面粗度は、Ra で 5 μ m 以下である請求項 1 ～ 7 のいずれかに 1 に記載のセラミック接合体。

【請求項 9】 前記筒状セラミック体の前記板状セラミック体と接触する部分の面粗度は、Ra で 5 μ m 以下である請求項 1 ～ 8 のいずれかに 1 に記載のセラミック接合体。

【請求項 10】 前記板状セラミック体には、導電層が形成されてなる請求項 1 ～ 9 のいずれかに 1 に記載のセラミック接合体。

【請求項 11】 前記導電層は、抵抗発熱体であり、ホットプレートとして機能する請求項 1 ～ 10 のいずれかに 1 に記載のセラミック接合体。

【請求項 12】 前記導電層は、静電電極であり、静電チャックとして機能する請求項 1 ～ 10 のいずれかに 1 に記載のセラミック接合体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、その内部に導体層が設けられた板状セラミック体（セラミック基板）を備え、ホットプレート（セラミックヒータ）、静電チャック、サセプタなどに用いられるセラミック接合体に関する。

【0002】

【従来の技術】 エッチング装置や、化学的気相成長装置等を含む半導体製造・検査装置等においては、従来、ステンレス鋼やアルミニウム合金などの金属製基材を用いたヒータや静電チャック等が用いられてきた。

【0003】 ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、1.5 mm 程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪み等が発生してしまい、金属板上に載置したシリコンウエハが破損したり傾いたりしてしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータの重量が重くなり、また、嵩張ってしまうという問題があった。

【0004】 また、抵抗発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、シリコンウエハ等の被加熱物を加熱する面（以下、加熱面という）の温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

【0005】 そこで、特開平 4 - 3 2 4 2 7 6 号公報では、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい非酸化物セラミックである窒化アルミニウムを使用し、この窒化アルミニウム基板中に抵抗発熱体とタングステンからなるスルーホールとが形成され、これらに外部端子としてニクロム線がろう付けされたホットプレートが提案されている。

【0006】 このようなホットプレートでは、高温においても機械的な強度の大きいセラミック基板を用いているため、セラミック基板の厚さを薄くして熱容量を小さくすることができ、その結果、電圧や電流量の変化に対してセラミック基板の温度を迅速に追従させることができる。

【0007】 また、このようなホットプレートでは、特開平 2 0 0 0 - 1 1 4 3 5 5 号公報や特許第 2 7 8 3 9 8 0 号公報に記載のように、円筒状のセラミックと円板状のセラミックをセラミック接合層を介して接合させ、半導体製造工程に用いる反応性ガスやハロゲンガス等から外部端子 9 7 等の配線を保護する手段がとられていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、このような接合は、セラミック接合層を介して行われているため、セラミック焼結体を製造した後、接合時に再度焼成を行う必要があった。このため、板状のセラミック体の表面の粗度が変わってしまったり、電極が焼成時に劣化してしまったりするという問題が生じた。

【0009】 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、板状のセラミック体と筒状のセラミック体との接合を比較的低温で行うことができるとともに接合強度に優れ、板状のセラミック体や電極の劣化がな

く、加熱面の温度の均一性に優れるセラミック接合体を実現することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、半導体製造・検査装置に用いられるセラミック接合体であって、板状セラミック体と筒状セラミック体とが、金属層を介して一体化してなることを特徴とするものである。

【0011】本発明では、セラミック接合層ではなく、金属層を介して接合を行うため、接合時に焼成する必要がない。また、板状セラミック体の表面にむらが発生したり、表面の粗度が変わってしまったたり、電極が焼成時に劣化してしまうことがない。むらが発生すると、輻射熱の影響で被加熱物に温度差が生じてしまう場合があり、また、粗度が変わると静電チャックのチャック力や板状セラミック体と被加熱物との間の空気の流れが阻害され、被加熱物に温度差が発生したりする。

【0012】本発明では、上記金属層は、蒸着層とろう材層とからなることが望ましい。ろう材は、セラミック基板表面には、直接付着しにくいいため、セラミック表面に物理的蒸着膜（例えば、スパッタリング法、真空蒸着法等により形成される膜）を形成することにより、セラミックと蒸着膜との間の密着性を確保し、さらに、この蒸着膜とろう材との間で接合強度を改善することができる。なお、本発明でいう蒸着膜とは、ターゲットを加熱して発生した原子やイオンを付着させた膜をいい、真空中で蒸着させたものを真空蒸着膜、電圧印加により加速して蒸着させたものをスパッタリング膜という。本発明の蒸着膜は、上記した両方を含む概念として用いている。

【0013】上記板状セラミック体には凹部が形成され、上記凹部に筒状セラミック体が嵌合されてなることが望ましい。上記筒状セラミック体に力が加わっても金属層部分に力が集中しにくくなり、板状セラミック体と筒状セラミック体が破断・分離しにくくなるからである。

【0014】また、本発明では、筒状セラミック体の外側と完全に隔離されている状態で、外部端子等との接続が図られている。従って、本発明のセラミック接合体を半導体製造・検査装置として使用する際に、上記筒状セラミック体の下から引き出された配線を管状の部材等で保護することにより、このセラミック接合体を反応性ガスやハロゲンガス等を含む雰囲気においても、上記外部端子の配線等がこれらのガスと直接接触することはなく、外部端子の配線等が腐食することはない。

【0015】なお、通常、上記筒状セラミック体や管状の部材等には、不活性ガスをゆっくりと流し込むことにより、反応性ガス等が筒状セラミック体の内部に入り込まないようにすることが望ましい。

【0016】上記ろう材層を構成するろう材は、アルミニウム合金ろう、金ろう、銀ろう、リン銅ろう、黄銅ろ

う、ニッケルろう、および、パラジウムろうから選ばれる少なくとも1種であることが望ましい。これらのろう材は、柔らかく延性があるため、ヒートサイクルなどで応力が発生しても板状セラミック体と筒状セラミック体とが破断・分離しにくくなるからである。なお、板状セラミック体として窒化アルミニウム製のものを使用する場合には、アルミニウムろう材が最適である。柔らかく、また、窒化アルミニウムとの密着性に優れるからである。

10 【0017】上記蒸着層を構成する金属は、アルミニウム、貴金属、銅、および、ニッケルから選ばれる少なくとも1種であることが望ましく、また、この蒸着膜は、筒状セラミック体と板状セラミック体との両方の接触面に形成されていることが望ましい。蒸着膜は、セラミックとろう材との密着性を改善するからである。さらに、蒸着膜とろう材の主たる元素（最大含有元素である場合、および、最大含有元素でなくともろう材の特性に影響を与える元素である場合）は、同一であることが望ましい。密着性に優れるからである。

20 【0018】上記板状セラミック体の厚さは、2.5mm以下であり、板状セラミック体と接触する筒状セラミック体の幅は、1mm以上であることが望ましい。熱伝導性のよい金属層を介して接合されており、また、板状セラミック体の厚さが2.5mm以下と薄いため、筒状セラミック体の内部の気体により冷却されやすく、板状セラミック体の温度が低下しやすい。そのため、筒状セラミック体の幅を1mm以上と厚くすることで内部の気体の温度の低下を防止して、板状セラミック体の表面温度の低下を防止するのである。

30 【0019】上記筒状セラミック体と板状セラミック体との接触面積Bと、筒状セラミック体で包囲される面積Aとの関係は、 $B/A = 0.1 \sim 0.8$ であることが望ましい。

【0020】 B/A が0.1より小さい場合には、筒状セラミック体の内部の温度が低下しやすいため、板状セラミック体の表面温度が低下しやすく、一方、 B/A が0.8を超えると、熱が筒状セラミック体へ伝達されてしまい、やはり板状セラミック体の表面温度が低下しやすい。

40 【0021】上記板状セラミック体の筒状セラミック体と接触する部分の面粗度、および、上記筒状セラミック体の上記板状セラミック体と接触する部分の面粗度は、ともに、Raで5μm以下であることが望ましい。

【0022】これらの部分の面粗度がRaで5μmを超えると、金属層を介して接合しても、ヒートサイクル等で破断・分離してしまうからである。上記導電層は、抵抗発熱体であり、上記セラミック接合体は、ホットプレートとして機能することが望ましい。このような接合構造は、高温で特に望ましいからである。抵抗発熱体は、層状に形成されていてもよく、線条体で形成されてい

もよい。

【0023】上記導体層は、静電電極であり、上記セラミック接合体は、静電チャックとして機能することが望ましい。静電チャックは、腐食性の雰囲気で使用されることが多く、このような接合構造が最適だからである。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態に則して説明する。なお、本発明は、この記載に限定されない。また、本発明のセラミック接合体を半導体製造・検査装置に適用する場合は、その内部に導電体が設けられた板状セラミック体（以下、セラミック基板という）が、底板を備えた支持容器の上部に固定され、さらに、上記セラミック基板の底部には凹部が形成され、上記凹部に筒状セラミック体が嵌合され、上記筒状セラミック体に、上記導体層からの配線が格納されていることが望ましい。

【0025】本発明のセラミック接合体を構成するセラミック基板の内部に形成された導体層が抵抗発熱体および導体回路である場合には、本発明の半導体製造・検査装置は、ホットプレートとして機能する。

【0026】図1は、本発明のセラミック接合体の一例であるホットプレートを模式的に示した平面図であり、図2は、その断面図であり、図3は、図2に示した筒状セラミック体近傍の部分拡大断面図である。

【0027】このホットプレート10では、円板形状のセラミック基板11の中央付近の底面11bに、凹部16が形成されている。この凹部16には、図3に示したように、筒状セラミック体17が嵌合されており、筒状セラミック体17とセラミック基板11とは、凹部16の内部に形成された蒸着膜28およびろう材29を介して接合されている。また、筒状セラミック体17は、支持容器の底板（図示せず）に密着するように形成されているため、筒状セラミック体17の内部と外側とは完全に隔離されている。

【0028】セラミック基板11の内部には、図1に示すように、同心円形状の回路からなる抵抗発熱体12が形成されており、これら抵抗発熱体12は、互いに近い二重の同心円同士が1組の回路として、1本の線になるように接続されている。

【0029】また、抵抗発熱体12と底面11bとの間には、凹部16が形成された方向に向かって延びる導体回路18が形成されており、抵抗発熱体端部12aと導体回路18の一端とはバイアホール130を介して接続されている。

【0030】この導体回路18は、抵抗発熱体12aの端部を中央部に延設するために形成されたものであり、凹部16の近傍にまで延びた導体回路18の他端の直下にはスルーホール13' およびこのスルーホール13' を露出させる袋孔19が形成され、このスルーホール13' は、半田層（図示せず）を介して先端がT字形状の外部端子23と接続されている。

【0031】抵抗発熱体の端部が筒状セラミック体17の内側にある場合には、バイアホールや導体回路は必要がないので、抵抗発熱体の端部に直接スルーホール13が形成され、半田層を介して外部端子23と接続されている。

【0032】そして、これらの外部端子23には導電線230を有するソケット25が取り付けられ、この導電線230は、底板（図示せず）に形成された貫通孔170から外部に引き出され、電源等（図示せず）と接続されている。

【0033】一方、セラミック基板11の底面11bに形成された有底孔14には、リード線290を有する熱電対等の測温素子180が挿入され、耐熱性樹脂、セラミック（シリカゲル等）等を用いて封止されている。このリード線290は、磚子（図示せず）の内部を挿通しており、支持容器の底板に形成された貫通孔（図示せず）を通して外部に引き出されており、磚子の内部も外部と隔離されている。さらに、セラミック基板11の中央に近い部分には、リフターピン（図示せず）を挿通するための貫通孔15が設けられている。

【0034】上記リフターピンは、その上にシリコンウエハ等の被処理物を載置して上下させることができるようになっており、これにより、シリコンウエハを図示しない搬送機に渡したり、搬送機からシリコンウエハを受け取ったりするとともに、シリコンウエハをセラミック基板11の加熱面11aに載置して加熱したり、シリコンウエハを加熱面11aから50～2000μm離間させた状態で支持し、加熱することができるようになってい

【0035】また、セラミック基板11に貫通孔や凹部を設け、この貫通孔または凹部に先端が尖塔状または半球状の支持ピンを挿入した後、支持ピンをセラミック基板11よりわずかに突出させた状態で固定し、この上記支持ピンでシリコンウエハを支持することにより、加熱面11aから50～2000μm離間させた状態で加熱してもよい。

【0036】なお、支持容器の底板には、冷媒導入管等を設けてもよい。この場合、この冷媒導入管に、配管を介して冷媒を導入することにより、セラミック基板11の温度や冷却速度等を制御することができる。

【0037】上述したように、このホットプレート10では、セラミック基板11の凹部16に筒状セラミック体17が嵌合され、筒状セラミック体17は図示しない支持容器の底板（容器壁）まで形成されているので、筒状セラミック体17の内側とその外側とは、完全に隔離された状態となっている。

【0038】従って、底板の貫通孔から引き出された導電線230を管状の部材で保護することにより、ホットプレートの周囲が反応性ガスやハロゲンガス等を含む雰囲気となっており、これら反応性ガス等が支持容器の内

部に入り込み易い状態であっても、筒状セラミック体17の内部の配線等が腐食することはない。なお、測温素子180からの配線290も、碍子等により保護されているため、腐食することはない。

【0039】さらに、筒状セラミック体17の内部に不活性ガス等をゆっくり流し込んで、反応性ガスやハロゲンガス等が筒状セラミック体17の内部に流れ込まないようにすることにより、一層確実に配線等の腐食を防止することができる。

【0040】筒状セラミック体17は、セラミック基板11をしっかりと支持する働きも有しているため、セラミック基板11が高温に加熱された際にも、自重により反るのを防止することができ、その結果、シリコンウエハ等の被処理物の破損を防止するとともに、該被処理物を均一な温度になるように加熱することもできる。

【0041】凹部16は、セラミック基板11の底面11bのほぼ中央付近に形成されており、その形状は、平面視で角がないものであれば特に限定されず、円形、楕円形等任意の形状を挙げることができるが、円形であることが望ましい。凹部16に角が存在すると、その部分に加熱時の熱衝撃等に起因して応力集中が生じ、クラック等が発生しやすいからである。また、その大きさも特に限定されず、セラミック基板11の大きさ、その内部に形成された導体回路のパターン等に合わせて適宜調整される。

【0042】また、凹部16はセラミック基板11の底面11bから、その厚さの1~80%の範囲の深さで形成されていることが望ましい。1%未満であると、筒状セラミック体17を凹部16に安定して嵌合させにくく、一方、80%を超えると、セラミック基板11に薄い部分が生じてその強度が低下し、破損してしまう恐れがあるからである。凹部16の幅は、1~20mmが望ましい。厚すぎると筒状セラミック体に熱が伝達してしまい、加熱面に温度分布が生じるからである。

【0043】平面視した筒状セラミック体17の外周形状は凹部16とほぼ同じである必要はないが、同じであってもよい。筒状セラミック体17を凹部16に丁度嵌合させるためである。即ち、筒状セラミック体17の側壁部分と凹部16の内壁との間には隙間が殆ど存在しない状態にすることができる。

【0044】筒状セラミック体17の材料としては、絶縁性を有し、セラミック基板が加熱された際にも、変形したり、変質しない耐熱性を有する材料であることが望ましい。この筒状セラミック体17の材料としては、アルミナ、シリカ、ムライト、コーゼライト等の酸化物セラミック、窒化アルミニウム、窒化珪素等の窒化物セラミック、炭化珪素等の炭化物セラミックが挙げられる。

【0045】筒状セラミック体17は、ろう材29によりセラミック基板11の凹部16にろう付けされている

ことが望ましい。セラミック基板11と筒状セラミック体17とを強固に固定するためである。また、ろう材29の材料としては特に限定されず、例えば、アルミニウムろう、金ろう、銀ろう、リン銅ろう、黄銅ろう、ニッケルろう、パラジウムろう等を挙げることができる。さらに、ろう材29とセラミック基板11との接着性を考慮して、セラミック基板11とろう材29との間に、ろう材29の主たる成分元素と同様の材料からなる蒸着膜28が形成されていることが望ましい。例えば、金ろうならば金、パラジウムろうならばパラジウム、銀ろうならば銀、ニッケルろうならばニッケル、アルミニウムろうならばアルミニウムという組み合わせである。

【0046】ろう材は、JIS Z 3261-1976に規定する銀ろう、JIS Z 3266-1977に規定する金ろう、JIS Z 3267-1976に規定するパラジウムろう、JIS Z 3262-1977に規定する黄銅ろう、JIS Z 3263-1977に規定するアルミニウム合金ろう、JIS Z 3264-1977に規定するリン銅ろう、JIS Z 3265-1976に規定するりんニッケルろうなどを使用することができる。

【0047】具体的に、銀ろうとしては、Ag44~46重量%、Cu14~16重量%、Zn14~18重量%、Cd23~35重量%の合金、金ろうとしては、Au34.5~35.5重量%、Ni2.5~3.5重量%の合金、パラジウムろうとしては、Pd59.5~60.5重量%、Ni39.5~40.5重量%の合金、黄銅ろうとしては、Cu46~49重量%、Ni10~11重量%、Ag0.3~1.0重量%の合金が挙げられる。

【0048】また、アルミニウム合金ろうとしては、Cu0.25重量%以下、Si6.8~8.2重量%、Mn0.1重量%以下、Fe0.8重量%以下、残部がAlからなる合金、ニッケルろうとしては、Cr13.0~15.0重量%、B2.7~4.0重量%、Si3.0~5.0重量%、Fe4.0~5.0重量%、C0.6~0.9重量%、残部がNiの合金、リン銅ろうとしては、P4.8~5.3重量%、残部がCuの合金が挙げられる。

【0049】ろう材の厚さとしては、0.1~5mmが望ましい。厚すぎても薄すぎても接着性が低下するからである。蒸着膜の厚さは、0.05~100μmが望ましい。厚すぎても薄すぎても接着力が低下するからである。

【0050】なお、セラミック基板11の凹部16の内部に形成されている膜状体は、必ずしも蒸着膜28である必要はなく、蒸着膜28を構成する材料を含む塗布液を塗布した後、加熱処理することにより、蒸着膜28と同様の材料がらなる膜状体を形成してもよい。

【0051】抵抗発熱体12のパターンとしては、図1

に示した同心円形状のほか、渦巻き形状、偏心円形状、同心円形状と屈曲線形状との組み合わせなどを挙げることができる。また、抵抗発熱体 12 の厚さは、 $1 \sim 50 \mu\text{m}$ が望ましく、その幅は、 $5 \sim 20 \mu\text{m}$ が望ましい。

【0052】抵抗発熱体 12 の厚さや幅を変化させることにより、その抵抗値を変化させることができるが、この範囲が最も実用的だからである。抵抗発熱体 12 の抵抗値は、その厚さが薄く、また、その幅が狭くなるほど大きくなる。

【0053】抵抗発熱体 12 は、断面が方形、楕円形、紡錘形、蒲鉾形状のいずれでもよいが、偏平なものであることが望ましい。偏平の方が加熱面に向かって放熱しやすいため、加熱面への熱伝搬量を多くすることができ、加熱面の温度分布ができにくいからである。なお、抵抗発熱体 12 は螺旋形状でもよい。

【0054】上記ホットプレートにおいて、抵抗発熱体からなる回路の数は 1 以上であれば特に限定されないが、加熱面を均一に加熱するためには、複数の回路が形成されていることが望ましい。

【0055】上記抵抗発熱体を、セラミック基板の内部に形成する際、その形成位置は特に限定されないが、セラミック基板の底面からその厚さの 60% までの位置に少なくとも 1 層形成されていることが好ましい。加熱面まで熱が伝搬する間に拡散し、加熱面での温度が均一になりやすいからである。

【0056】セラミック基板の内部に抵抗発熱体を形成する際には、金属や導電性セラミックからなる導体ペーストを用いることが好ましい。即ち、セラミック基板の内部に抵抗発熱体を形成する際には、グリーンシート上に導体ペースト層を形成した後、グリーンシートを積層、焼成することにより、内部に抵抗発熱体を作製する。

【0057】上記導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するため金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

【0058】上記金属粒子としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケル等が好ましい。これらは、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

【0059】上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。 $0.1 \mu\text{m}$ 未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、 $100 \mu\text{m}$ を超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

【0060】上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってもよい。上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、抵抗発熱体とセラミック基板との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

【0061】導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコール等が挙げられる。増粘剤としては、セルロース等が挙げられる。本発明のセラミック基板は、 100°C 以上使用することが望ましく、 200°C 以上で使用することがより望ましい。

【0062】また、セラミック基板の内部に導体回路を形成する際には、上述した抵抗発熱体を形成する際に使用した金属や導電性セラミックからなる導体ペーストを用いることができるほか、電極等を形成する際に通常に用いられる導体ペースト等を用いることができる。

【0063】上記導体回路の大きさは特に限定されず、幅は $0.1 \sim 50 \text{mm}$ 、厚さは $0.1 \sim 500 \mu\text{m}$ が好ましく、長さは、抵抗発熱体の端部からセラミック基板の中央付近に形成された凹部までの距離に合わせて適宜調整される。

【0064】セラミック接合体を構成するセラミック基板の材料は特に限定されず、例えば、窒化物セラミック、炭化物セラミック、酸化物セラミック等が挙げられる。

【0065】上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等が挙げられる。

【0066】上記酸化物セラミックとしては、金属酸化物セラミック、例えば、アルミナ、ジルコニア、コージュライト、ムライト等が挙げられる。これらのセラミックは単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。

【0067】これらのセラミックのなかでは、窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が酸化物セラミックに比べて好ましい。熱伝導率が高いからである。また、窒化物セラミックのなかでは、窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が $180 \text{W/m} \cdot \text{K}$ と最も高いからである。

【0068】また、上記セラミック材料は、焼結助剤を含有していてもよい。上記焼結助剤としては、例えば、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物等が挙げられる。これらの焼結助剤のなかでは、 CaO 、 Y_2O_3 、 Na_2O 、 Li_2O 、 Rb_2O が好

ましい。これらの含有量としては、0.1~20重量%が好ましい。また、アルミナを含有していてもよい。

【0069】上記セラミック基板は、明度がJIS Z 8721の規定に基づく値でN4以下のものであることが望ましい。このような明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。また、このようなセラミック基板は、サーモピュアにより、正確な表面温度測定が可能となる。

【0070】ここで、明度のNは、理想的な黒の明度を0とし、理想的な白の明度を10とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚が等歩度となるように各色を10分割し、N0~N10の記号で表示したものである。そして、実際の測定は、N0~N10に対応する色票と比較して行う。この場合の小数点1位は0または5とする。

【0071】このような特性を有するセラミック基板は、セラミック基板中にカーボンを含100~5000ppm含有させることにより得られる。カーボンには、非晶質のものと結晶質のものとがあり、非晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における体積抵抗率の低下を抑制することでき、結晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における熱伝導率の低下を抑制することができるため、その製造する基板の目的等に応じて適宜カーボンの種類を選択することができる。

【0072】非晶質のカーボンは、例えば、C、H、Oだけからなる炭化水素、好ましくは、糖類を、空气中で焼成することにより得ることができ、結晶質のカーボンとしては、グラファイト粉末等を用いることができる。また、アクリル系樹脂を不活性雰囲気下で熱分解させた後、加熱加圧することによりカーボンを得ることができるが、このアクリル系樹脂の酸価を変化させることにより、結晶性（非晶性）の程度を調整することもできる。

【0073】セラミック基板の形状は、円板形状が好ましく、その直径は、200mm以上が好ましく、250mm以上が最適である。円板形状のセラミック基板は、温度の均一性が要求されるが、直径の大きな基板ほど温度が不均一になりやすいからである。

【0074】セラミック基板の厚さは、50mm以下が好ましく、20mm以下がより好ましい。また、1~5mmが最適である。上記厚さが薄すぎると、高温で加熱する際に反りが発生しやすく、一方、厚過ぎると熱容量が大きくなりすぎて昇温降温特性が低下するからである。

【0075】また、セラミック基板の気孔率は、0または5%以下が好ましい。上記気孔率はアルキメデス法により測定する。高温での熱伝導率の低下、反りの発生を抑制することができるからである。

【0076】本発明では、ソケット25を介して外部端子23と接続されている導電線230は、他の導電線230との間の短絡等を防止するために、耐熱性の絶縁部

材で被覆されていることが望ましい。このような絶縁性部材としては、上記した筒状セラミック体で用いる材料等が挙げられる。

【0077】また、図1、2および3に示したホットプレート10では、通常、セラミック基板11が支持容器（図示せず）の上部に嵌合されているが、他の実施の形態においては、セラミック基板が上端に基板受け部を有する支持容器の上面に載置され、ボルト等の固定部材により固定されていてもよい。

【0078】本発明では、図2に示したように測温素子180として熱電対を用いることができる。熱電対により抵抗発熱体の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を変えて、温度を制御することができるからである。

【0079】上記熱電対のリード線の接合部位の大きさは、各リード線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、0.5mm以下がよい。このような構成によって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウエハの加熱面の温度分布が小さくなるのである。上記熱電対としては、例えば、JIS-C-1602（1980）に挙げられるように、K型、R型、B型、E型、J型、T型熱電対が挙げられる。

【0080】上記熱電対の他に、本発明の測温手段としては、例えば、白金測温抵抗体、サーミスタ等の測温素子が挙げられるほか、サーモピュア等の光学的な手段を用いた測温手段も挙げられる。

【0081】上記サーモピュアを用いた場合には、セラミック基板表面の温度を測定することができるほか、シリコンウエハ等の被加熱物表面の温度を直接測定することができるため、被加熱物の温度制御の精度が向上する。

【0082】本発明のセラミック接合体は、半導体の製造や半導体の検査を行うために用いられるものであり、具体的には、例えば、静電チャック、サセプタ、ホットプレート（セラミックヒータ）等が挙げられる。

【0083】上述したホットプレートは、セラミック基板の内部に抵抗発熱体のみが設けられた装置であり、これにより、シリコンウエハ等の被処理物をセラミック基板の表面に載置または離間させて保持し、所定の温度に加熱したり洗浄を行うことができる。

【0084】本発明のセラミック接合体において、そのセラミック基板の内部の導体層が静電電極である場合には、静電チャックとして機能する。図4は、このような静電チャックを模式的に示す縦断面図であり、図5は、その部分拡大断面図であり、図6は、静電チャックを構成するセラミック基板に形成された静電電極付近を模式的に示す水平断面図である。

【0085】この静電チャック30を構成するセラミッ

ク基板 31 の内部には、半円形状のチャック正負極静電層 32 a、32 b が対向して配設され、これらの静電電極上にセラミック誘電体膜 34 が形成されている。また、セラミック基板 31 の内部には、抵抗発熱体 320 が設けられ、シリコンウエハ等の被処理物を加熱することができるようになっている。なお、セラミック基板 31 には、必要に応じて、RF 電極が埋設されていてもよい。

【0086】上記静電電極は、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケル等の金属、または、タングステン、モリブデンの炭化物等の導電性セラミックからなるものであることが好ましい。また、これらは、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。

【0087】この静電チャック 30 は、図 4、図 5 に示した通り、セラミック基板 31 中に静電電極 32 a、32 b が形成され、静電電極 32 a、32 b の端部の直下にスルーホール 33 が形成され、静電電極 32 上にセラミック誘電体膜 34 が形成されている以外は、上述したホットプレート 10 と同様に構成されている。

【0088】すなわち、セラミック基板 31 の底面の中央付近には、凹部 36 が形成され、この凹部 36 に、筒状セラミック体 37 が嵌合され、蒸着膜 28 およびろう材 29 を介して凹部 36 と接合されている。

【0089】凹部 36 の上方には、スルーホール 33、330 が形成されており、これらのスルーホール 33、330 は、静電電極 32 a、32 b、抵抗発熱体 320 に接続されるとともに、袋孔 390 に挿入された外部端子 360 に接続され、この外部端子 360 の一端には、導電線 331 を有するソケット 350 が接続されている。そして、この導電線 331 が貫通孔 370 より外部に引き出されている。

【0090】また、凹部 36 の外側に端部を有する抵抗発熱体 320 の場合には、図 1～3 に示したホットプレート 10 の場合と同様に、バイアホール 39、導体回路 380 およびスルーホール 330' を形成することにより、抵抗発熱体 320 の端部を筒状セラミック体 37 の内部に延設している（図 5 参照）。従って、スルーホール 330' を露出させる袋孔 390 に外部端子 360 を挿入して接続することにより、筒状セラミック体 37 の内部に外部端子 360 を格納することができる。

【0091】この静電チャックを作動させる場合には、抵抗発熱体 320 および静電電極に、それぞれ電圧を印加する。これにより、この静電チャック上に載置されたシリコンウエハが所定温度に加熱されるとともに、静電的にセラミック基板 31 に吸着されることになる。なお、この静電チャックは、必ずしも、抵抗発熱体 320 を備えていなくてもよい。

【0092】図 7 は、他の静電チャックのセラミック基板に形成された静電電極を模式的に示した水平断面図で

ある。セラミック基板 71 の内部に半円弧状部 72 a と櫛歯部 72 b とからなるチャック正極静電層 72 と、同じく半円弧状部 73 a と櫛歯部 73 b とからなるチャック負極静電層 73 とが、互いに櫛歯部 72 b、73 b を交差するように対向して配置されている。

【0093】また、図 8 は、更に別の静電チャックのセラミック基板に形成された静電電極を模式的に示した水平断面図である。この静電チャックでは、セラミック基板 81 の内部に円を 4 分割した形状のチャック正極静電層 82 a、82 b とチャック負極静電層 83 a、83 b が形成されている。また、2 枚のチャック正極静電層 82 a、82 b および 2 枚のチャック負極静電層 83 a、83 b は、それぞれ交差するように形成されている。なお、円形等の電極が分割された形態の電極を形成する場合、その分割数は特に限定されず、5 分割以上であってもよく、その形状も扇形に限定されない。

【0094】次に、本発明の半導体製造・検査装置の製造方法の一例として、ホットプレートの製造方法について図 9 を参照しながら説明する。図 9 (a)～(d) は、セラミック基板の内部に抵抗発熱体を有するセラミックヒータの製造方法の一部を模式的に示した断面図である。

【0095】(1) グリーンシートの作製工程

まず、セラミックの粉末をバインダ、溶剤等と混合してペーストを調製し、これを用いてグリーンシートを作製する。上述したセラミック粉末としては、窒化アルミニウム等を使用することができ、必要に応じて、イットリア等の焼結助剤を加えてもよい。

【0096】また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも 1 種が望ましい。さらに溶媒としては、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも 1 種が望ましい。

【0097】これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート 50 を作製する。グリーンシート 50 の厚さは、0.1～5 mm が好ましい。次に、抵抗発熱体の端部と導体回路とを接続するためのバイアホールとなる部分 630 を形成したグリーンシートと、導体回路と外部端子とを接続するためのスルーホールとなる部分 63、63' を形成したグリーンシートを作製する。

【0098】また、必要に応じて、シリコンウエハを運搬するためのリフターピンを挿入する貫通孔となる部分、シリコンウエハを支持するための支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分等を形成する。なお、貫通孔や有底孔は、後述するグリーンシート積層体を形成した後、または、上記積層体を形成し、焼成した後上記加工を行ってもよい。

【0099】なお、バイアホールとなる部分 630 およ

びスルーホールとなる部分 63、63' には、上記ペースト中にカーボンを加えておいたものを充填してもよい。グリーンシート中のカーボンは、スルーホール中に充填されたタングステンやモリブデンと反応し、これらの炭化物が形成されるからである。

【0100】(2) グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

バイアホールになる部分 630 を形成したグリーンシート上に、金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導体ペーストを印刷し、導体ペースト層 62 を形成する。これらの導体ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれている。

【0101】上記金属粒子であるタングステン粒子またはモリブデン粒子等の平均粒径は、0.1~5 μm が好ましい。平均粒子が 0.1 μm 未満であるか、5 μm を超えると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

【0102】このような導体ペーストとしては、例えば、金属粒子または導電性セラミック粒子 85~87 重量部；アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも 1 種のバインダ 1.5~10 重量部；および、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも 1 種の溶媒を 1.5~10 重量部を混合した組成物（ペースト）が挙げられる。

【0103】また、スルーホールとなる部分 63、63' を形成したグリーンシート上に、静電電極等を形成するときに通常使用される導体ペーストを印刷して、導体ペースト層 68 を形成する。

【0104】(3) グリーンシートの積層工程
導体ペースト層 62 を印刷したグリーンシート上に、導体ペーストを印刷していないグリーンシート 50 を複数積層し、その下に、導体ペースト層 68 を形成したグリーンシートを重ねる。そして、このグリーンシートの下に、更に、何も印刷していないグリーンシート 50 を複数積層する（図 9 (a)）。

【0105】このとき、導体ペースト層 62 を印刷したグリーンシートの上側に積層するグリーンシート 50 の数を下側に積層するグリーンシート 50 の数よりも多くして、抵抗発熱体の形成位置を底面側の方向に偏芯させる。具体的には、上側のグリーンシート 50 の積層数は 20~50 枚が、下側のグリーンシート 50 の積層数は 5~20 枚が好ましい。また、下方のグリーンシートに、凹部となる部分 66 を形成していてもよく、後述する焼成工程の後に形成してもよい。

【0106】(4) グリーンシート積層体の焼成工程
グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシート 50 および内部の導体ペースト層 62、68 等を焼結させる（図 9 (b)）。加熱温度は、1000~2000℃が好ましく、加圧の圧力は、10~20 MPa が好ましい。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性

ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素等を使用することができる。

【0107】(5) 端子等の取り付け
上述したように、焼成を行った後に、測温素子を挿入するための有底孔や凹部等を設けてもよい。これらは、表面研磨後に、ドリル加工やサンドブラストなどのブラスト処理等を行うことにより形成することができる。また、内部の抵抗発熱体 12 と接続するためのスルーホール 13、13' を露出させるために袋孔 19 を形成し（図 9 (c)）、この袋孔 19 に半田やろう材を介して外部端子 23 を挿入し、加熱してリフローすることにより、外部端子 23 をスルーホール 13、13' に接続する（図 9 (d)）。加熱温度は、半田処理の場合には 90~450℃が好適であり、ろう材での処理の場合には、900~1100℃が好適である。

【0108】(6) 筒状セラミック体の製造
セラミック粉末を筒状成型型に入れて成形し、必要に応じて切断加工する。これを加熱温度 1000~2000℃、常圧で焼結させる。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素等を使用することができる。次いで、端面を研磨して平坦化する。

【0109】次に、この外部端子 23 にソケット 25 を介して電源に接続される導電線 230 に接続する（図 2 参照）。更に、測温素子としての熱電対等を、形成した有底孔に挿入し、耐熱性樹脂等で封止する。

【0110】このホットプレートでは、その上にシリコンウエハ等を載置するか、または、シリコンウエハ等をリフターピンや支持ピン等で保持させた後、シリコンウエハ等の加熱や冷却を行いながら、洗浄等の操作を行うことができる。

【0111】上記ホットプレートを製造する際に、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより静電チャックを製造することができる。ただし、この場合は、静電電極と外部端子とを接続するためのスルーホールを形成する必要があるが、支持ピンを挿入するための貫通孔を形成する必要はない。

【0112】セラミック基板の内部に電極を設ける場合には、抵抗発熱体を形成する場合と同様にグリーンシートの表面に導体ペースト層を形成すればよい。

【0113】以下、本発明をさらに詳細に説明する。

【実施例】（実施例 1） ホットプレートの製造（図 1~3、図 9 参照）

(1) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径 1.1 μm ）100 重量部、酸化イットリウム（Y₂O₃；イットリア、平均粒径 0.4 μm ）4 重量部、アクリル系樹脂バインダ 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法により成形を行って、厚さ 0.47 mm のグリ

ーンシートを作製した。

【0114】(2) 次に、このグリーンシートを80℃で5時間乾燥させた後、図1に示すようなシリコンウエハを運搬等するためのリフターピンを挿入するための貫通孔15となる部分、バイアホールとなる部分630、および、スルーホールとなる部分63、63'をパンチングにより形成した。

【0115】(3) 平均粒径1μmのタングステンカーバイト粒子100重量部、アクリル系バインダ3.0重量部、α-テルピネオール溶媒3.5重量部および分散剤0.3重量部を混合して導体ペーストAを調整した。

【0116】平均粒径3μmのタングステン粒子100重量部、アクリル系バインダ1.9重量部、α-テルピネオール溶媒3.7重量部および分散剤0.2重量部を混合して導体ペーストBを調整した。

【0117】この導体ペーストAをバイアホールとなる部分630を形成したグリーンシート上にスクリーン印刷で印刷し、抵抗発熱体用の導体ペースト層62を形成した。印刷パターンは、図1に示したような同心円パターンとし、導体ペースト層62の幅を10mm、その厚さを12μmとした。

【0118】続いて、導体ペーストAをスルーホールとなる部分63'を形成したグリーンシート上にスクリーン印刷で印刷し、導体回路用の導体ペースト層68を形成した。印刷の形状は帯状とした。

【0119】また、導体ペーストBを、バイアホールとなる部分630およびスルーホールとなる部分63、63'に充填した。

【0120】上記処理の終わった導体ペースト層62を印刷したグリーンシートの上に、導体ペーストを印刷していないグリーンシートを37枚重ね、その下に、導体ペースト層68を印刷したグリーンシートを重ねた後、更にその下に、導体ペーストを印刷していないグリーンシートを12枚重ねて、130℃、8MPaの圧力で積層した。

【0121】(4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力15MPaで10時間ホットプレスし、厚さ3mmのセラミック板状体を得た。これを230mmの円板状に切り出し、内部に厚さ6μm、幅10mmの抵抗発熱体12、厚さ20μm、幅10mmの導体回路18、バイアホール130およびスルーホール13、13'を有するセラミック板状体とした。

【0122】(5) 次に、(4)で得られたセラミック板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、ガラスビーズによるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔14を設けた。

【0123】(6) さらに、セラミック板状体の底面の中央付近に、ザグリ加工で外径52mm、内径39mm、深さ2mmの凹部16を形成した。このとき、全て

のスルーホール13、13'は、凹部16の内側に設けられるようになっている。また、凹部の内壁は、Ra=0.5μmである。

【0124】(7) 凹部16の内側で、スルーホール13、13'が形成されている部分をえぐりとして袋孔とし、この袋孔19に、銀ろう(Ag:40重量%、Cu:30重量%、Zn:28重量%、Ni:1.8重量%、残部:その他の元素、リフロー温度:800℃)を用いて、外部端子23を取り付けた。そして、外部端子23にソケット25を介して導電線230を接続した。

【0125】(8) 温度制御のための熱電対を有底孔14に挿入し、シリカゾルを充填し、190℃で2時間硬化、ゲル化させ、底面中央付近に凹部16を有し、その内側に抵抗発熱体12、導体回路18、バイアホール130およびスルーホール13、13'を有するセラミック基板11を得た。

【0126】(9) 窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径1.1μm)100重量部、イットリア(平均粒径0.4μm)4重量部、アクリル系樹脂バインダ11.5重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合した組成物を用い、スプレードライ法により顆粒を製造し、この顆粒をパイプ状の金型に入れ、常圧、1890℃で焼結させ、端面を研磨し、面粗度をRa=0.1μmとし、長さ200mm、外径52mm、内径39mmの窒化アルミニウム製のパイプを製造した。

【0127】(10) この後、セラミック基板11の凹部16の筒状セラミック体17が嵌合される箇所と、パイプの端面に、日本真空技術社製SV-4540を用いて、気圧0.6Pa、温度100℃、電力200Wの条件でスパッタリングを行い、アルミニウムの蒸着膜28を形成し、アルミニウムの蒸着膜28上にJIS Z3263-1977 BA4343のアルミニウム合金ろう(Cu:0.25重量%、Si:6.8重量%、Fe:0.8重量%、Mn:0.1重量%、Zn:0.3重量%、残部:Al)からなるろう材を用いて、600℃で加熱リフローして窒化アルミニウム製のパイプ17を接合した。この実施例では、B/A=0.44であった。

【0128】(実施例2) 静電チャックの製造(図4~6参照)

(1) 窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径1.1μm)100重量部、イットリア(平均粒径0.4μm)4重量部、アクリル系樹脂バインダ12重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合した組成物を用い、ドクターブレード法を用いて成形することにより厚さ0.47mmのグリーンシートを得た。

【0129】(2) 次に、このグリーンシートを80℃で5時間乾燥した後、何も加工を施していないグリーン

シートと、パンチングを行い、抵抗発熱体と導体回路とを接続するためのバイアホール用貫通孔を設けたグリーンシートと、導体回路と外部端子とを接続するためのバイアホール用貫通孔を設けたグリーンシートと、静電電極と外部端子とを接続するためのスルーホール用貫通孔を設けたグリーンシートとを作製した。

【0130】(3) 平均粒子径 $1\mu\text{m}$ のタングステンカーバイド粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3.0 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3.5 重量部、分散剤 0.3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。また、平均粒子径 $3\mu\text{m}$ のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.9 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3.7 重量部、分散剤 0.2 重量部を混合して導体ペースト B を調製した。

【0131】(4) バイアホール用貫通孔を設けたグリーンシートの表面に、導体ペースト A をスクリーン印刷法により印刷し、抵抗発熱体となる導体ペースト層を印刷した。また、導体回路と外部端子とを接続するためのスルーホール用貫通孔を設けたグリーンシートの表面に、上記導電性ペースト A をスクリーン印刷法により印刷し、導体回路となる導体ペースト層を印刷した。更に、何も加工を施していないグリーンシートに図 6 に示した形状の静電電極パターンからなる導体ペースト層を形成した。

【0132】更に、抵抗発熱体と導体回路とを接続するためのバイアホール用貫通孔と外部端子を接続するためのスルーホール用貫通孔に導体ペースト B を充填した。

【0133】次に、上記処理の終わった各グリーンシートを積層した。まず、抵抗発熱体となる導体ペースト層が印刷されたグリーンシートの上側（加熱面側）に、スルーホール 33 となる部分のみが形成されたグリーンシートを 34 枚積層し、そのすぐ下側（底面側）に導体回路となる導体ペースト層が印刷されたグリーンシートを積層し、さらに、その下側にスルーホール 33、330、330' となる部分が形成されたグリーンシートを 12 枚積層した。このように積層したグリーンシートの最上部に、静電電極パターンからなる導体ペースト層を印刷したグリーンシートを積層し、さらにその上に何の加工もしていないグリーンシートを 2 枚積層し、これらを 130°C 、8 MPa の圧力で圧着して積層体を形成した。

【0134】(5) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、 600°C で 5 時間脱脂し、その後、 1890°C 、圧力 15 MPa の条件で 3 時間ホットプレスし、厚さ 3 mm のセラミック板状体を得た。これを直径 230 mm の円板状に切り出し、内部に、厚さが $5\mu\text{m}$ 、幅が 2.4 mm の抵抗発熱体 320、厚さが $20\mu\text{m}$ 、幅が 10 mm の導体回路 380 および厚さ $6\mu\text{m}$ のチャック正極静電層 32a、チャック負極静電層 32b を有するセラミック板状体とした。

【0135】(6) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径 $1.1\mu\text{m}$ ）100 重量部、イットリア（平均粒径 $0.4\mu\text{m}$ ）4 重量部、アクリル系樹脂バインダ 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合した組成物を用い、スプレードライ法により顆粒を製造し、この顆粒をパイプ状の金型に入れ、常圧、 1890°C で焼結させ、端面を研磨し、面粗度を $Ra=0.1\mu\text{m}$ とし、長さ 200 mm、外径 52 mm、内径 39 mm の窒化アルミニウム製のパイプを製造した。

【0136】(10) この後、セラミック基板 11 の凹部 16 の筒状セラミック体 17 が嵌合される箇所と、パイプの端面に、日本真空技術社製 SV-4540 を用いて、気圧 0.6 Pa、温度 100°C 、電力 200 W の条件でスパッタリングを行い、アルミニウムの蒸着膜 28 を形成し、アルミニウムの蒸着膜 28 上に JIS Z 3263-1977 BA4343 のアルミニウム合金ろう（Cu: 0.25 重量%、Si: 6.8 重量%、Fe: 0.8 重量%、Mn: 0.1 重量%、Zn: 0.3 重量%、残部: Al）からなるろう材を用いて、 600°C で加熱リフローして窒化アルミニウム製のパイプ 17 を接合した。

【0137】（実施例 3）凹部 16 等にスパッタリングによるアルミニウムの蒸着膜 28 を形成しなかった場合は、実施例 1 と同様にして、セラミック接合体を製造した。

【0138】（実施例 4）凹部 16 を形成しなかった場合は、実施例 1 と同様にして、セラミック接合体を製造した。

【0139】（実施例 5～8）ろう材として、金ろう（実施例 5）、パラジウムろう（実施例 6）、ニッケルろう（実施例 7）、リン銅ろう（実施例 8）を使用した場合は、実施例 1 と同様にして、セラミック接合体を製造した。金ろうは、JIS Z 3266-1977 で B Au-3（Au: 81.5～82.5 重量%、残部: Ni）であり、加熱リフロー温度は、 950°C である。パラジウムろうは、JIS Z 3267-1976 で B Pd-1（Pd: 4.5 重量%、Ag: 68 重量%、Cu: 26 重量%）であり、リフロー温度は、 800°C であった。また、Ni ろうは、JIS Z 3265-1976 で、Cr: 2.75 重量%、Si: 3.0 重量%、Fe: 4.0 重量%、C: 0.6 重量%、残部: Ni で、リフロー温度は 975°C であった。リン銅ろうは、P: 4.8 重量%、残部: Cu で、リフロー温度は、 785°C であった。なお、電極の接着に関し、リフロー温度は、いずれも銀ろうよりも高いため、電極の接着については、いずれも同種のろう材でリフロー温度が若干高いものを使用した。

【0140】（実施例 9）筒状セラミック体の厚さを 0.5 mm とした場合は、実施例 1 と同様にして、セラ

ミック接合体を製造した。

【0141】（実施例10）筒状セラミック体の外径を52mm、内径を51mm（厚さ：0.5mm）とし、板状セラミック体の底面の凹部も外径を52mm、内径を51mmとし、深さを2mmとしたほかは、実施例1と同様にして、セラミック接合体を製造した。

【0142】（実施例11）筒状セラミック体の外径を93mm、内径を39mm（幅：27mm）とし、板状セラミック体の底面の凹部も外径を93mm、内径を39mmとし、深さを2mmとしたほかは、実施例1と同様にして、セラミック接合体を製造した。

【0143】（実施例12）筒状セラミック体の端部を研磨せず、切断加工に止め、面粗度を $Ra=8\mu m$ としたほかは、実施例1と同様にして、セラミック接合体を製造した。

【0144】（比較例1）硝酸イットリウム（ $2.61 \times 10^{-4} mol/cc$ ）水溶液を塗布し、セラミック基板の凹部に筒状セラミック体を入れた後、1850℃に加熱することにより接合を行ったほかは、実施例1と同

様にして、セラミック接合体を製造した。

【0145】実施例1～12および比較例1に係るセラミック接合体について、以下の評価試験を行った。その結果を下記の表1に示す。

【0146】(1) ヒートサイクル試験

25℃に保持した後、450℃に加熱する過程を繰り返すヒートサイクル試験を行い、筒状セラミック体とセラミック基板とが破断するまでのヒートサイクルの回数を測定した。

【0147】(2) 色むら

表面の色むらを目視で検査した。

(3) 破壊強度の測定

曲げ強度試験を行い、接合面の破壊強度を測定した。

(4) 温度差の測定

加熱面の最大温度と最低温度との温度差を測定した。測定は、サーモビュー（日本データム社製 IR62012-0012）を使用した。

【0148】

【表1】

	破断発生までの ヒートサイクル数(回)	色むら	破壊強度 (MPa)	温度差 (℃)
実施例1	1000	無	500	6
実施例2	1000	無	500	6
実施例3	800	無	200	6
実施例4	1000	無	400	6
実施例5	700	無	440	6
実施例6	800	無	440	6
実施例7	800	無	430	6
実施例8	700	無	440	6
実施例9	1000	無	440	10
実施例10	1000	無	450	10
実施例11	1000	無	500	10
実施例12	500	無	450	8
比較例1	1000	有	400	15

【0149】上記表1に示した結果より明らかなように、実施例のように金属層を介して接合を行った場合には、表面の色むらもなく、セラミック基板の加熱面の温度均一性に優れる。一方、比較例1では、加熱面の温度が不均一になっている。これは、セラミックを用いた接合を行っているため、表面の色むらが発生し、このために輻射熱量が場所によって異なり、加熱面の温度の不均一性が生じたと推定される。

【0150】また、ろう材としては、アルミニウム合金ろうが最適である。アルミニウムは、柔らかく延性があるためであると推定している。また、蒸着膜をセラミッ

ク基板の凹部や筒状セラミック体に形成することにより、接合強度が大きくなっている。

【0151】さらに、筒状セラミック体が薄い場合には、その内部の温度が低下しやすく、板状セラミック体が25mm以下で薄い場合には、加熱面の温度が不均一になる。特に、 B/A は、加熱面の温度分布に影響を与え、 B/A が大きい場合には、金属層を介するが故に筒状セラミック体への熱伝導が大きく、セラミック基板の加熱面の温度が低下し、 B/A が小さい場合には、筒状セラミック体の内部の温度が低下しやすく、セラミック基板の加熱面の温度が低下しやすい。

【0152】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るセラミック接合体を使用した半導体製造・検査装置は、接合強度が大きく、加熱面の温度の均一性に優れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のセラミック接合体の一例であるホットプレートを模式的に示す底面部である。

【図2】図1に示したホットプレートの断面図である。

【図3】図1に示したホットプレートを構成するセラミック基板を模式的に示した部分拡大断面図である。

【図4】本発明に係る静電チャックを構成するセラミック基板を模式的に示す縦断面図である。

【図5】図4に示した静電チャックを構成するセラミック基板を模式的に示した部分拡大断面図である。

【図6】セラミック基板に埋設されている静電電極の一例を模式的に示す水平断面図である。

【図7】セラミック基板に埋設されている静電電極の別の一例を模式的に示す水平断面図である。

【図8】セラミック基板に埋設されている静電電極の更に別の一例を模式的に示す水平断面図である。

10

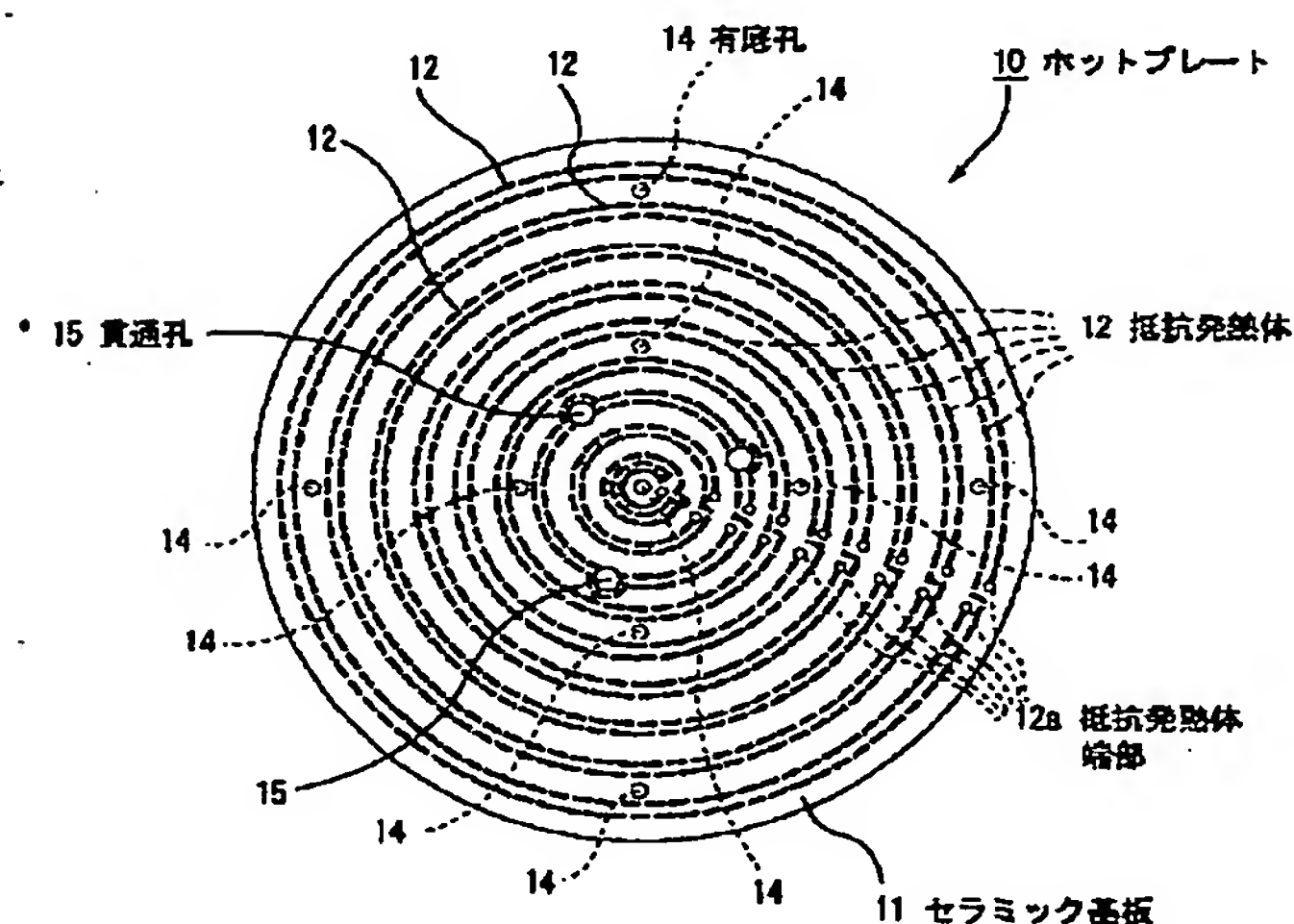
20

【図9】(a)～(d)は、本発明のセラミック接合体を構成するセラミック基板の製造方法の一例を模式的に示す断面図である。

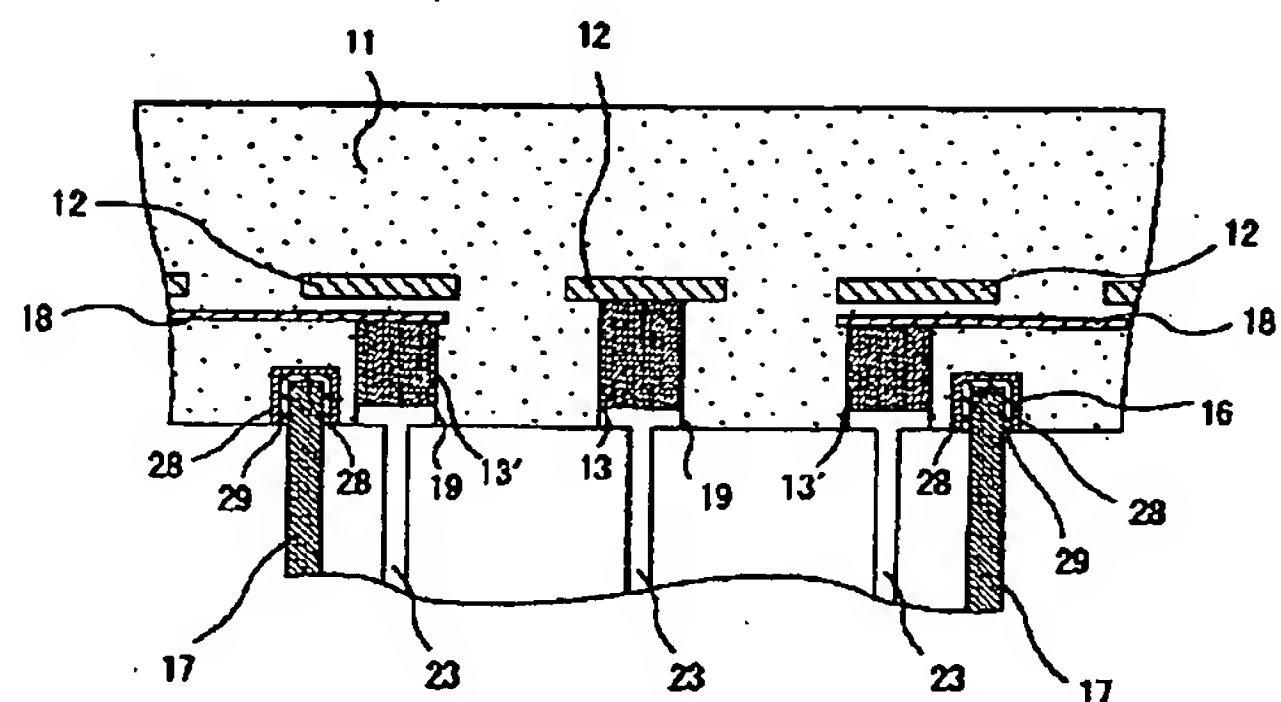
【符号の説明】

- 10 ホットプレート
- 11 セラミック基板
- 11a 加熱面
- 11b 底面
- 12 抵抗発熱体
- 12a 抵抗発熱体端部
- 13、13' スルーホール
- 14 有底孔
- 15 貫通孔
- 16 凹部
- 17 筒状セラミック体
- 18 導体回路
- 19 袋孔
- 130 バイアホール
- 180 測温素子

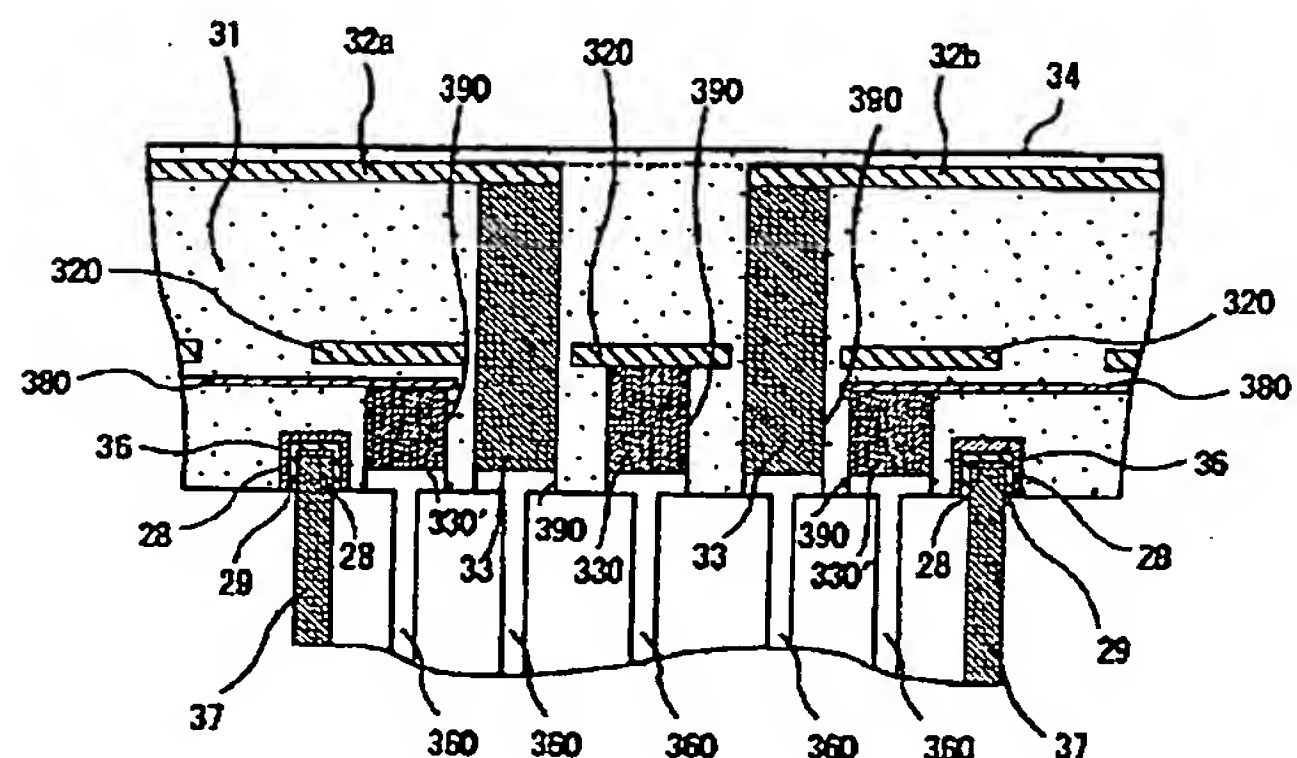
【図1】



【図3】



【図5】



10

11a 加熱面

130 18 導体回路

15 11 16 凹部 13' 13 13' 15 12 18 130 バイアホール 180 測温素子

11b 底面

12 28 29 25 23 17 筒状セラミック体 230 290

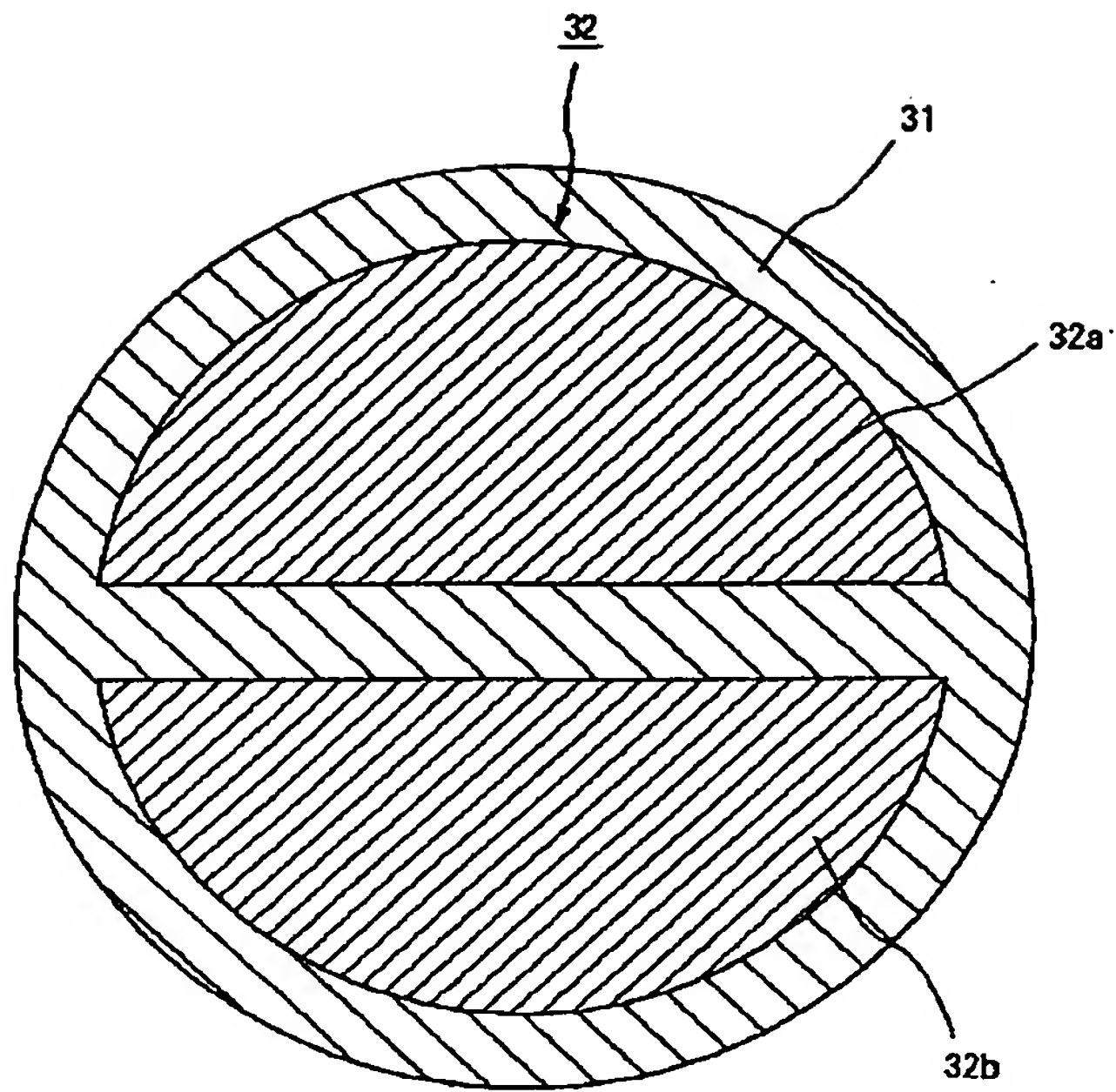
30

32a 34 35 36 33 330 360 33 31 32b 38 300

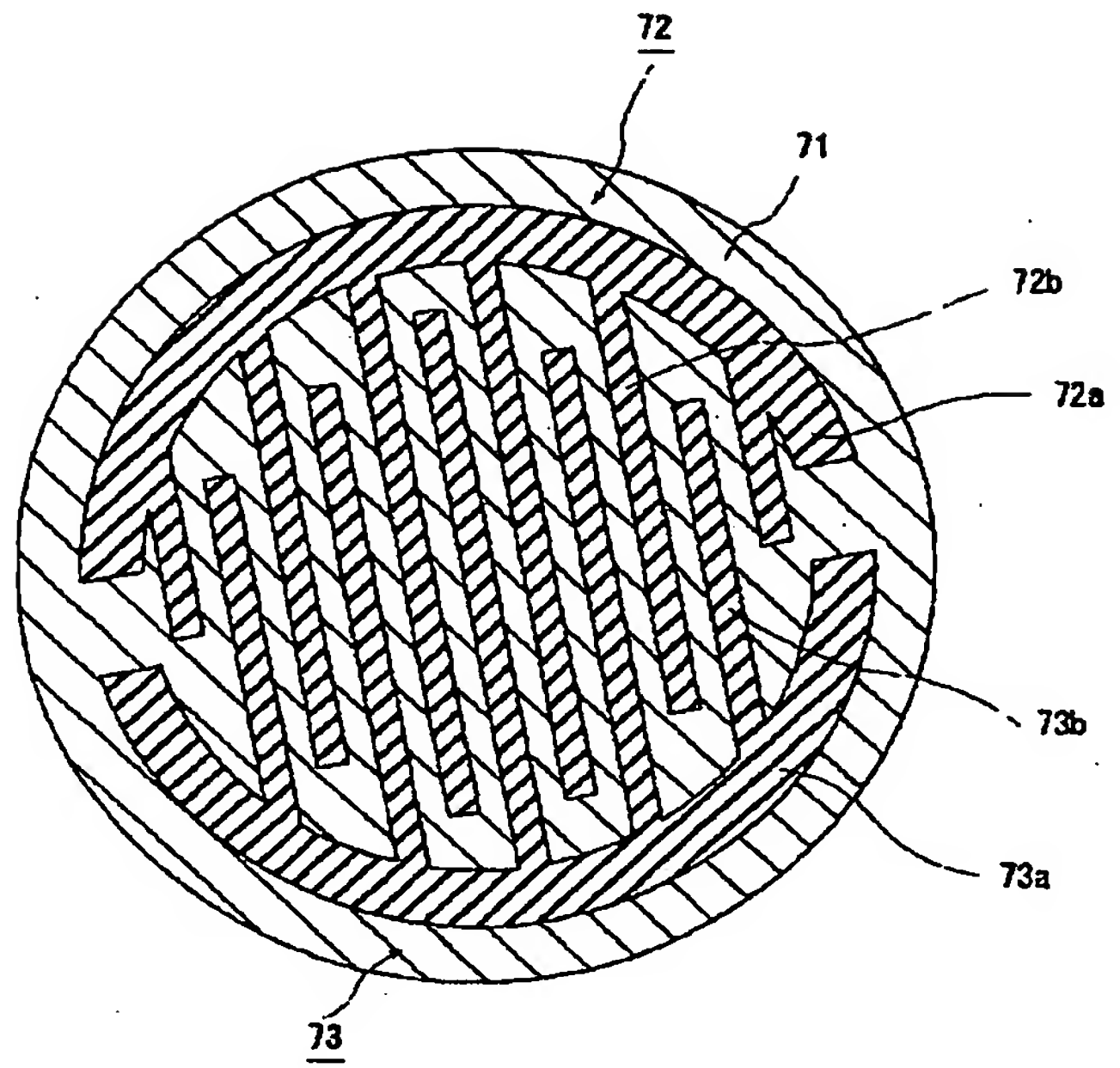
39 320 380 28 29 28 29 360 350 37 筒状セラミック体 311

331 331

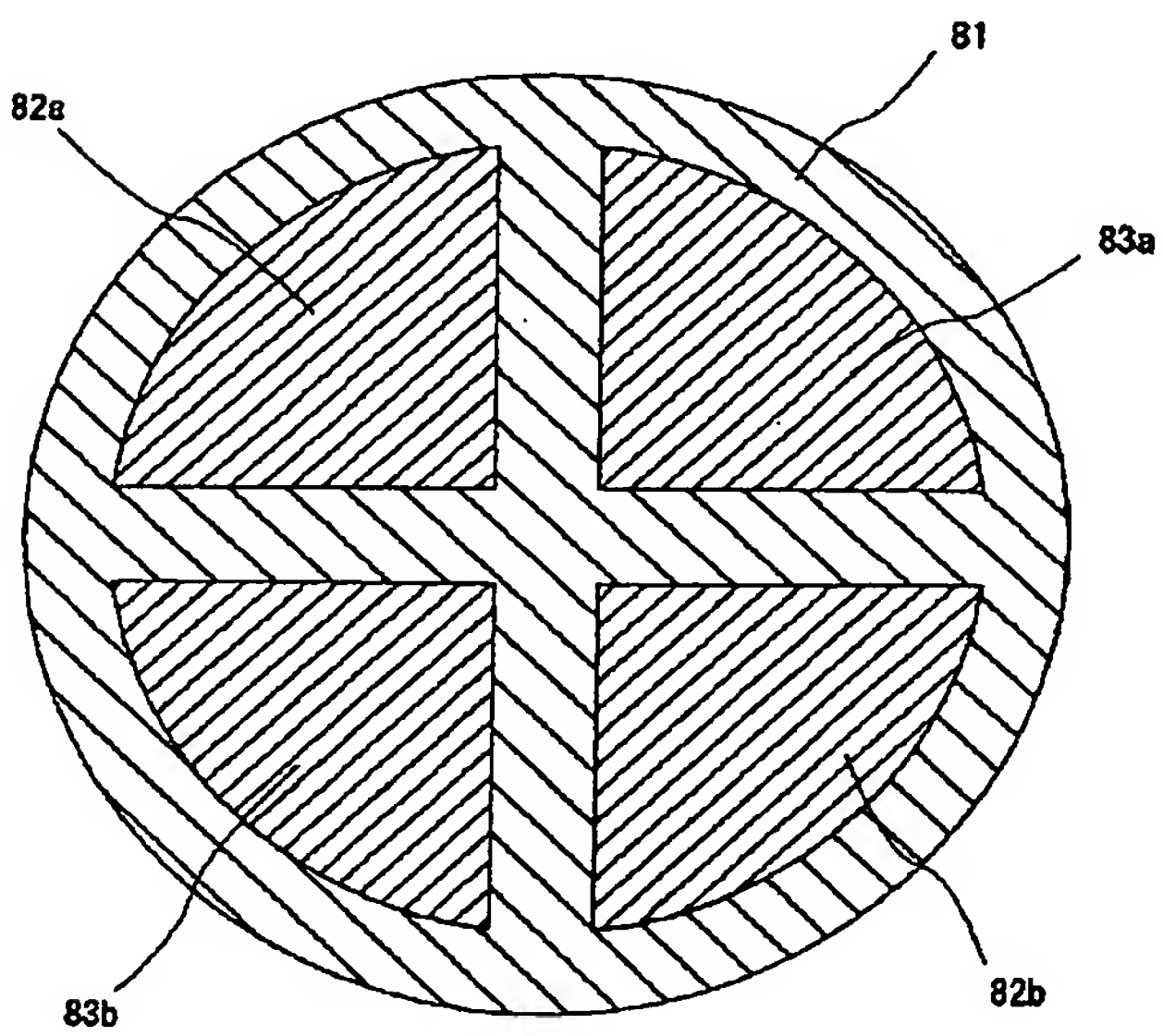
【図 6】



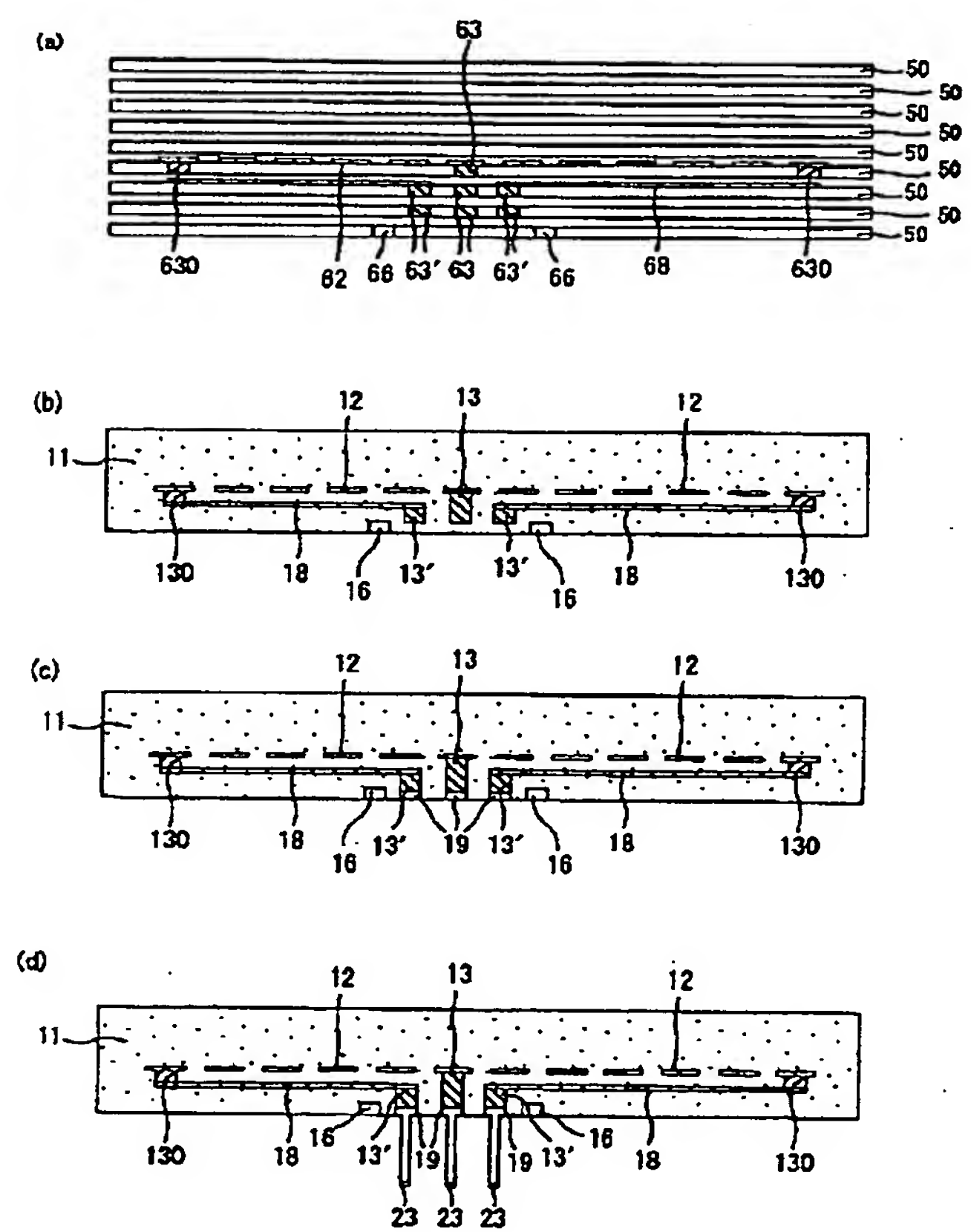
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

ターム (参考)

H 0 5 B 3/68

H 0 5 B 3/68

F ターム (参考) 3K034 AA04 AA16 AA35 BA06 BA14
BB06 BB14 BC16 BC17 DA04
EA04
3K092 QA05 QB02 QB18 QB30 QB44
QB74 RF03 RF11 VV09 VV22
VV40
4G026 BA16 BB16 BD04 BE03 BF15
BF16 BF17 BF18 BF20 BG02
BH13
5F031 CA02 HA02 HA16 HA33 HA37
MA28 MA32 MA33
5F103 BB42 RR04

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-342079

(43)Date of publication of application : 11.12.2001

(51)Int.Cl.

C04B 37/00

H01L 21/203

H01L 21/68

H05B 3/20

H05B 3/68

(21)Application number : 2000-160926

(71)Applicant : IBIDEN CO LTD

(22)Date of filing : 30.05.2000

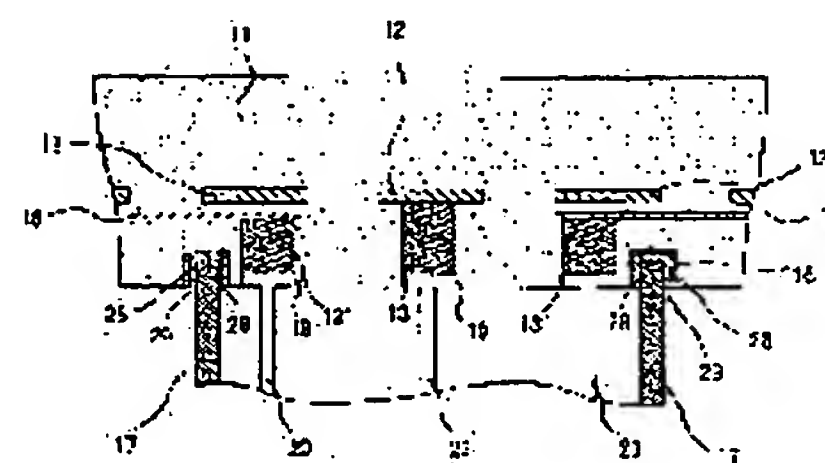
(72)Inventor : HIRAMATSU YASUJI
ITO YASUTAKA

(54) CERAMIC JUNCTION BODY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ceramic junction body which is large in junction strength, and excellent in temperature uniformity on a heating surface.

SOLUTION: This ceramic junction body is characterized in that a tabular ceramic body and a tubular ceramic body are integrated via a metallic layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)